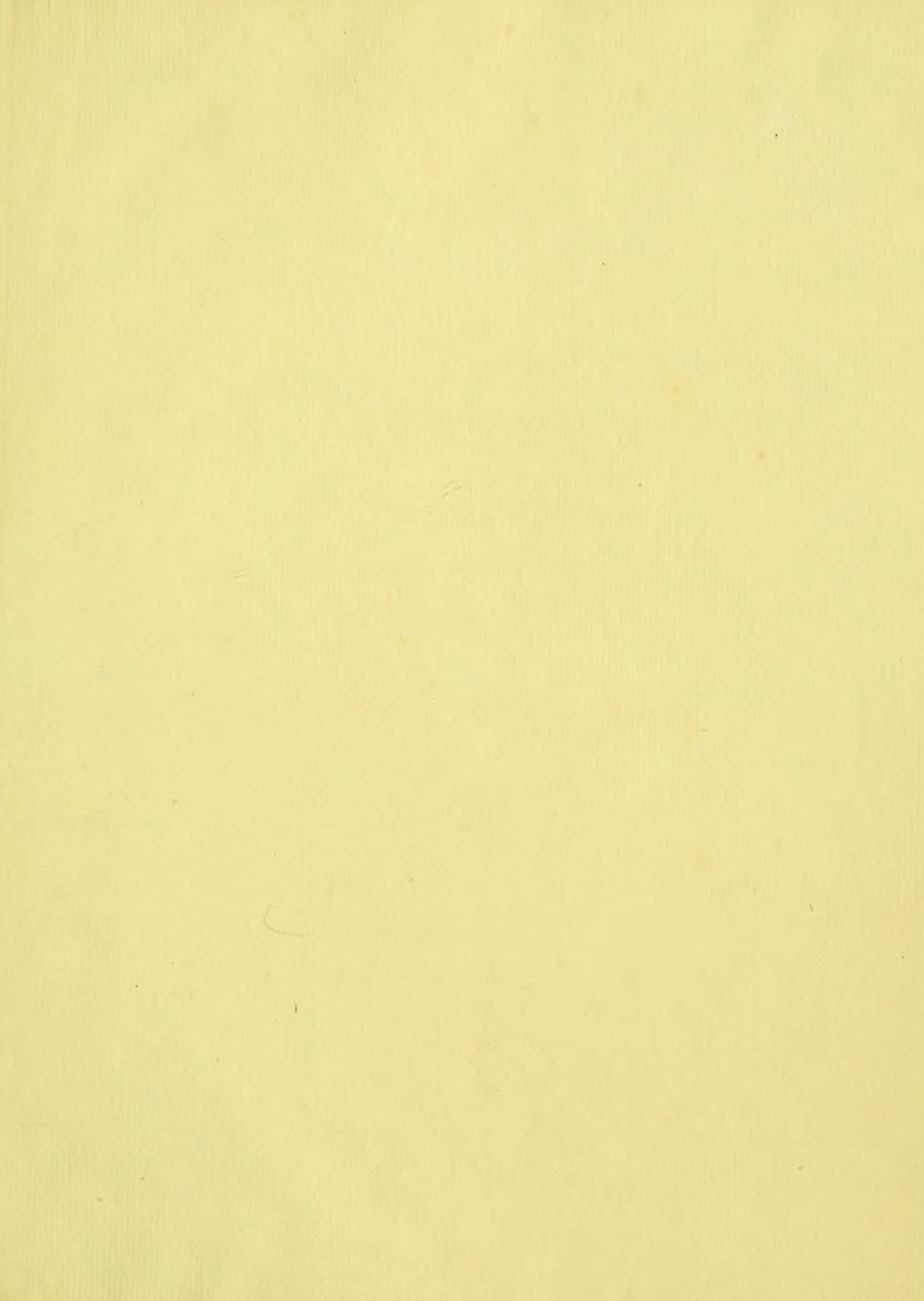
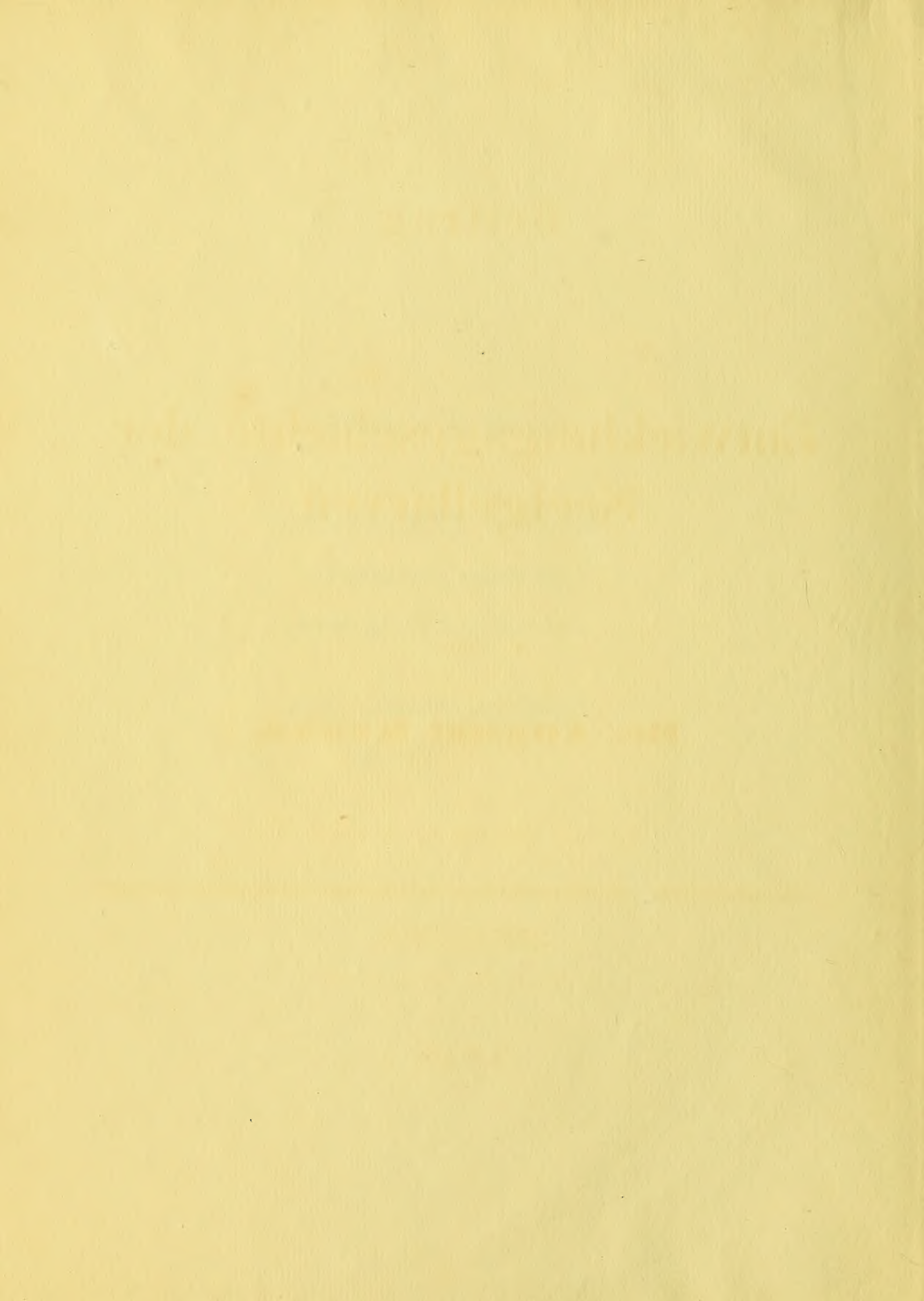

A. KROHN.
ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER
SEEIGELLARVEN
1849





Beitrag

zur

Entwicklungsgeschichte der Seeigellarven

von

Dr. August Krohn.

Mit zwei lithographirten Tafeln.

HEIDELBERG.

Gedruckt bei Julius Groos.

1849.

Beitrag

zur

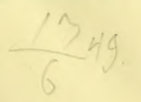
Entwicklungsgeschichte der Seeigellarven

von

Dr. August Krohn.

HEIDELBERG.
Gedruckt bei Julius Groos.

1849.



Angeregt durch die an Seeigeleiern in neuerer Zeit mit Erfolg unternommenen künstlichen Befruchtungsversuche, hatte ich mir während meines Aufenthalts in Nizza, im vorigen Jahre, zur Aufgabe gestellt, mich mit dem Studium der Entwicklung des dort häufig vorkommenden *Echinus lividus Lam.* (*E. saxatilis autor.*) zu befassen. Die Gelegenheit dazu bot sich mir in den Monaten Februar, März und April dar, binnen welchen sechs Versuche angestellt wurden, von denen die Hälfte zu nicht unbefriedigenden Resultaten geführt hat. Meine Untersuchungen waren bereits beendet, und die Materialien zum Behuf einer gelegentlichen Veröffentlichung gesichtet und geordnet, als mir die Arbeit des Herrn Derbès über die Entwicklung des *E. brevispinosus Risso* (*E. esculentus autor., non Linné*), (*Cf. Annal d. sciens. natur. 3me série, Tom. 8., p. 80. Pl. 5.*) zuerst zur Ansicht kam. Bei Vergleichung der Beobachtungen dieses Gelehrten mit den meinigen, hat sich eine im Ganzen sehr grosse Uebereinstimmung in der Entwicklungsweise beider Arten herausgestellt; wie diess bei ihrer nahen Verwandtschaft nicht anders zu erwarten war. Es wurde mir aber zugleich die Gewissheit, dass meine Untersuchungen weiter reichen als die des Herrn Derbès. Was in der Arbeit dieses Forschers der Erwähnung und nähern Besprechung bedurfte, ist in der vorliegenden Abhandlung berücksichtigt, zugleich aber

auch die wichtige Schrift von J. Müller (über die Larven und die Metamorphose der Ophiuren und Seeigel. Berlin 1848.) nicht unbeachtet gelassen worden.

Nach dem bisher in Anwendung gezogenen Verfahren, geschieht die künstliche Befruchtung der Seeigeleier in dem engen Raume von Gefässen oder Geschirren, wo ihrer mehrere Hunderte zugleich, der Einwirkung des befruchtenden Stoffes ausgesetzt werden. Die Erfahrung lehrt aber, dass die Entwicklung bei solchen Verhältnissen, unter nicht ganz günstigen, der Natur völlig entsprechenden Bedingungen vor sich geht. Denn nur allzuhäufig sieht sich der Beobachter in seinen Erwartungen getäuscht, indem von den in der Entwicklung begriffenen Larven, eine Menge früher oder später verkommt, und es wohl nur in den seltensten Fällen gelingen wird, sie bis zu ihrer völligen Ausbildung am Leben zu erhalten.

Die Larve der Seeigel durchbricht die Eihülle sehr früh und kommt als sehr unvollkommener Organismus zur Welt, dem die Ernährungsorgane noch ganz abgehen. Später, wenn diese sich bereits ausgebildet haben, macht sich das Bedürfniss nach einer geeigneten Nahrung immer mehr geltend. Der Schwierigkeit, diesem Bedürfniss abzuhelfen, muss es mit, wenn nicht vorzugsweise zugeschrieben werden, dass die meisten Larven vor vollständig erreichter Ausbildung untergehen, oder dass die Entwicklung, falls einzelne noch am Leben bleiben, zuletzt einen äusserst langsamen, die Geduld des Beobachters erschöpfenden Gang annimmt.

Beachtenswerth ist der Umstand, dass man unter der grossen Anzahl Larven, die jeder einzelne Befruchtungsversuch zur Folge hat, nicht alle Individuen gleichweit entwickelt antreffen wird. [1]) Es mag diess davon herrühren, dass die Eier entweder nicht sämmtlich zu der nämlichen Zeit befruchtet werden konnten, oder dass einzelne darunter, vielleicht einer angeborenen Disposition zufolge, bestimmt wären, sich rascher als die übrigen zu entwickeln.

---

1) Damit übereinstimmende Beobachtungen führt schon Derbès an. (a. a. O. p. 90. hinsichtlich der Dottertheilung, und eine spätere Stelle p. 96, in Bezug auf die Larven.) Hierauf scheint auch die Aussage v. Baer's bezogen werden zu müssen, nach welcher die Larven am vierten Tage der Entwicklung, ganz unregelmässige und unter sich ungleiche Gestalten annahmen. *(cf. Bulletin physico-mathémat. de l'Académie de St. Pétersbourg. Tom 5. p. 234.)*

Wie ungünstig im Ganzen die Verhältnisse sind, unter denen die Entwicklung in dem abgesperrten Raume der Gefässe vor sich geht, ersieht man noch daraus, dass neben wohlgebildeten Larven zugleich auch eine Menge Monstrositäten erzeugt werden, die leicht für Repräsentanten normaler Entwicklungsstufen angesehen werden könnten. Letzteres ist z. B. Herrn Derbès begegnet, wie sich später ausweisen wird.

Nach den eben vorausgeschickten Erörterungen, wird man es begreiflich finden, dass ein einzelner Versuch nicht genügt, um eine klare Einsicht in die Reihenfolge der Phasen zu verschaffen. Ein zusammenhängendes Bild des ganzen Entwicklungsganges, kann daher auch nur das Resultat öfter wiederholter Versuche seyn.

Ich wende mich nun zu den Eiern des *E. lividus,* über deren Beschaffenheit vor der Befruchtung, so wie über die Veränderungen, die sie unmittelbar darauf erfahren, ich Folgendes mitzutheilen habe:

Das befruchtungsfähige, vollkommen reife Ei besteht aus der Eihülle *(vulgo Chorion)*, dem Dotter und dem in diesem enthaltenen Keimbläschen, welches letztere wieder den sogenannten Keimfleck einschliesst. [2])

Der feinkörnige Dotter ist röthlich gefärbt. Unstreitig hat diese Farbe ihren Sitz in den Dotterkörnern. Wo daher die Eier in Menge übereinander geschichtet sind, wie namentlich in den Ovarien sehr trächtiger Weibchen, da erscheint die ganze Masse hoch- oder zinoberroth gefärbt. — Presst man die Eier unter einem Deckglase zusammen, so quillt, nach Sprengung der Eihülle, eine zähe, transparente Substanz mit den Dotterkörnern hervor, die wahrscheinlich albuminöser Natur und für das Bindungsmittel der Körner zu halten ist.

Die Eihülle, eine durchsichtige, verhältnissmässig sehr dicke Membran, gleicht aufs Täuschendste der *Zona pellucida* des Säugethiereis. Sie liegt dem Dotter so dicht an, dass man umsonst nach jener Eiweissschicht suchen wird, die einer allgemein verbreiteten Annahme zu Folge, zwischen beiden sich vorfinden soll. [3]) Ihre Durchsichtigkeit ist so gross, dass man nicht

---

2) Die Behauptung von Derbès, dass das Keimbläschen (*sphère moyenne a. a. O. p. 83. Fig. 1.*) im völlig reifen Ei vor der Befruchtung schwinde, scheint daher auf einer nicht ganz sorgfältigen Untersuchung zu beruhen.

3) Beiläufig sei hier angeführt, dass die Eihülle am reifen, noch unbefruchteten Ei der Asterien, nach den Beobachtungen von Sars *(Fauna littoral. Norveg. Chris-*

im Stande ist, sie bei durchfallendem Lichte zu unterscheiden. Dagegen zeigt sie sich deutlich, wenn die Eier auf einer schwarzen Unterlage mit der Loupe betrachtet werden. Um die Eihülle jedoch auch für das Mikroscop erkennbar zu machen, braucht man die Eier nur mit starkem Weingeist zu befeuchten, wodurch die Eihülle getrübt wird, und in Folge dessen in scharf abgegränzten Conturen sich hervorhebt.

Eine halbe Stunde etwa nach der Befruchtung, zeigt sich die Eihülle vom Dotter durch einen sichtlichen Zwischenraum abgehoben. [4]) Meiner Ansicht nach, lässt sich diese Erscheinung auf die Vorgänge bei der Endosmose und Exosmose thierischer Membranen zurückführen. Ohne Zweifel saugt nämlich die Eihülle das umgebende flüssige Medium ein, und giebt es an ihrer inneren Fläche wieder von sich. Indem die Flüssigkeit sich auf diese Weise zwischen Eihülle und Dotter ansammelt, wird jene von diesem entfernt und zugleich ausgedehnt, womit denn auch der gedachte Binnenraum zu Stande kommt.

Weit schwieriger ist ein anderes, sich gleichzeitig einstellendes und namentlich an der Eihülle sich manifestirendes Phänomen zu deuten. Letztere, die vor der Befruchtung das Aussehen einer einigen, durchaus homogenen Haut hatte, zeigt sich nun in zwei Schichten gleichsam gesondert. Die innere dieser Schichten erscheint unter dem Bilde einer feinen, sehr transparenten, scharf abgegränzten Haut von festem Gefüge, die äussere als eine viel dickere, viel weniger scharf conturirte Hülle von fast schleimiger Consistenz. [5]) Was einer derartigen Beschaffenheit der äussern Schicht das Wort redet, ist der Umstand, dass die höchst regsamen Spermatozoïden,

---

tiania 1846. p. 48 u. 49. Tab. 8. Fig. 1 u. 2.), nicht anders sich verhält. Auch das Ei der Holothurien stimmt in dieser Beziehung mit dem der Seeigel, nach meinen eignen Untersuchungen, völlig überein.

4) Nach Derbès a. a. O. p. 84.) soll diess fast augenblicklich, sowie das Ei mit dem Sperma in Contact kommt, geschehen. Uebrigens hat schon Sars (a. a. O. p. 50. Fig. 11. ein ähnliches Abgehobenseyn der Eihülle am Ei der Asterien nach der Befruchtung beobachtet: was die in der vorausgeschickten Anmerkung angezeigte Uebereinstimmung desselben mit dem Seeigeleie noch sicherer begründen hilft.

5) Die eben besprochene Veranderung der Eihülle, ist auch schon von Derbès (a. a. O. p. 84 u. 85. Fig. 4. beobachtet worden. Die innere Schichte bezeichnet er als Glashaut *(membrane hyaline)*, die äussere als Schleimlage *(couche mucilagineuse.)*

die in dicht gedrängter Menge, einer Wolke gleich, das ganze Ei umgeben, jener Schicht so fest anhängen, als seyen sie in eine viscöse Substanz eingedrungen, von der sie sich trotz ihrer Bewegungen, nicht wieder frei machen können. (s. Derbès p. 85. Fig. 4 u. 5.) Woher nun dieser Unterschied zwischen der Beschaffenheit der Eihülle vor und nach der Befruchtung? Lässt sich das Erscheinen beider Schichten etwa dadurch erklären, dass die innere ihre Bildung einem Gerinnen oder einer Condensation, die äussere dem entgegengesetzten Vorgange, einem vielleicht durch das eingesogene Wasser bedingten Aufquellen, einer Auflockerung verdanke? Ich gestehe, dass diese Erklärung mich nicht ganz befriedigt. Auch Derbès giebt über die Entstehung der beiden Schichten keinen Aufschluss. Es muss also künftigen Forschungen überlassen bleiben, die in dieser Beziehung noch obwaltenden Zweifel, auf eine genügendere Weise zu lösen.

Um die eben angegebene Zeit, ist auch das Keimbläschen sammt dem Keimfleck nicht mehr aufzufinden. Im Innern des Dotters, und zwar nicht weit von dessen Oberfläche, nimmt man aber jetzt ein helles sphärisches Gebilde wahr, das sich bei starken Vergrösserungen, wie ein hohler Raum oder ein Bläschen ausnimmt. Dem Umfange nach kommt es dem Keimflecke nah, scheint jedoch im Ganzen noch etwas grösser zu seyn. Es ist der Theil, den v. Baer als einen soliden Körper erkannt und den Kern des Eies genannt hat. (a. a. O. p. 237.) [6]) Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass der Theilungsprocess des Dotters, bald nach dem Auftreten dieses Kerns seinen Anfang nimmt.

Die Theilung oder Furchung des Dotters, pflegt sich vor Ablauf der 4ten oder auch wohl schon der 3ten Stunde nach der Befruchtung einzustellen. Den ganzen Vorgang hier näher erörtern zu wollen, halte ich für überflüssig, da ihn schon v. Baer eben so anschaulich als gründlich beschrieben hat. Nur der höchst auffallenden, von Derbès (a. a. O. p. 90.) zuerst zur Sprache gebrachten Umwälzungen des Dotters während der Furchungsperiode, muss ich hier erwähnen. Dies Phänomen ist um so beachtungswerther, als es meines Wissens, an dem sich theilenden Dotter anderer niede-

---

6) Aus den Figuren 3. 4. u. 5. der Derbès'schen Abhandlung ergiebt sich, dass auch dieser Gelehrte vom Kerne Kenntniss hatte.

rer Thiere, noch nicht beobachtet worden ist. [7]) Die Umdrehung des Dotters scheint in den seltensten Fällen vollständig ausgeführt zu werden, hat daher auch mehr den Character einer oscillatorischen Bewegung. Die Rotation geht nämlich anfangs nach einer bestimmten Direction vor sich, schlägt dann, ehe sie vollständig zu Stande gekommen, nach der entgegengesetzten über, um alsbald wieder in die frühere zurückzukehren, und so immer fort. Auch findet sie nicht immer um denselben Durchmesser des Dotters statt. Oft geht sie gleichsam ruck- oder sprungweise von Statten. Ueberhaupt aber tritt das Phänomen unter so mannichfaltigen Modificationen auf, dass man es selbst beobachtet haben muss, um eine richtige Vorstellung davon zu gewinnen. Ob übrigens diese Umdrehungen während des ganzen Furchungsprocesses andauern, muss ich unentschieden lassen. Nach Derbès sollen sie bereits ihr Ende erreicht haben, wenn der Dotter in sechszehn Theile zerfällt worden. Ich glaube sie jedoch noch über dieses Stadium hinaus wahrgenommen zu haben. Die eigentliche Triebfeder der Rotationen konnte nicht ausgemittelt werden. Schliesslich bemerke ich, hierin mit Derbès übereinstimmend, dass die Umwälzungen bei einzelnen Dottern fehlen können, ohne dass ihre fernere Entwicklung dadurch beeinträchtigt wird. Noch mehr spricht sich die, wie es scheint, geringe Bedeutung der Umwälzungen für den Entwicklungsprocess darin aus, dass sie nicht selten an sämmtlichen Dottern derselben Eierbrut vermisst werden.

Folgerecht müsste hier die Darstellung der Entwicklungsphasen in ihrer Reihenfolge, von den frühesten Perioden an, ihren Platz finden. Ich ziehe es aber vor, mit der Erörterung eines schon vorgerückten Stadiums zu beginnen; zunächst desshalb, weil die frühesten Entwicklungsvorgänge nicht klar zu veranschaulichen sind, wenn ihnen nicht die Kenntniss einer schon entschiedener ausgebildeten, beharrlicheren Form vorausgegangen ist, dann auch, weil ich über den Bau älterer Larven einige nicht uninterressante Details mitzutheilen hoffe, die man in den Beschreibungen von

---

7) Man hüte sich, diese Rotationen mit jenen längst bekannten Umwälzungen zu verwechseln, die der Embryo vieler niedern Thiere, z. B. der Mollusken, während seiner Ausbildung innerhalb der Eihülle vollzieht. Mehr Verwandtes scheint das Phänomen mit den von Bischoff (Entwicklungsgeschichte des Kaninchen-Eies p. 56.) beobachteten Rotationen des Dotters im Kaninchenei zu haben. Allein hier hören die Umdrehungen schon auf, ehe die Zerfällung des Dotters beginnt.

J. Müller und Derbès theils vermisst, theils anders gedeutet findet. Hierbei wird auch ein näheres Eingehen in die Lebenserscheinungen, wie man sie bei den ausgebildeteren Larven zu beobachten Gelegenheit hat, nicht als überflüssig angesehen werden.

Gegen den 11ten Tag nach geschehener Befruchtung, hat die Larve die in Fig. 14. abgebildete Gestalt angenommen. Am nächsten stimmt letztere mit der von Derbès in der Fig. 18. dargestellten Larvenform des *E. brevispinos.* überein, welche indess, meiner Ueberzeugung nach, einer etwas vorgerückteren Stufe angehört. — Der glashelle Leib lässt sich recht wohl einer länglichen Birne vergleichen. Das obere dickere Ende oder die Basis ist tief ausgehöhlt, und in einen fast steilrecht ansteigenden Anhang (*b*) verlängert, auf dessen abschüssiger Ebene der Mund (*f*), eine sehr weite, rundliche, von einem lippenartigen Wulste eingefasste Oeffnung angebracht ist. (vergl. auch Fig. 20.) Dicht über dem Munde trägt der Anhang zwei aufwärts gerichtete hörnerartige Fortsätze oder Arme (*e. e.*) (*prolongemens coniques Derbès.*) Letzteren gegenüber finden sich zwei ähnliche, aber längere Arme (*d. d.*), die von der Leibesbasis in divergirender Richtung emporsteigen. Auf der angeschwollenen Leibesregion, dem Munde gegenüber aber unter dem Niveau desselben, liegt der After, (*q.*), eine vollkommen runde Oeffnung, die sich zu Zeiten schliessen kann, und daher nicht immer wahrnehmbar ist. [8]) — Der dem Körper zu Grunde gelegte Plan einer doppelseitigen Symmetrie, ist hiernach nicht zu verkennen. Diese Symmetrie spricht sich vorzüglich aus in dem paarigen Verhältniss der vier Arme, in der Lage des Mundes und Afters, die beide genau in das Begränzungs- oder Theilungs-Planum der beiden Körperhälften fallen, endlich in der Anordnung des festen Gerüstes, das dem Leibe zur Stütze dient, und von dem sogleich die Rede sein soll.

Denkt man sich nun den Leib seiner ganzen Länge nach, durch einen, unter einem rechten Winkel auf das Theilungsplanum geführten Schnitt halbirt, so kann die Oberfläche derjenigen Hälfte, in deren Bereich der Anhang mit dem Munde fällt, recht wohl als vordere Leibesfläche, die der entgegengesetzten Hälfte, auf welcher der After, als hintere Leibesfläche be-

8) So erklärt es sich, warum Müller sich von der Anwesenheit des Afters bei den Ophiuren- und Echinuslarven, nicht hat überzeugen können. (a. a. O. p. 35.)

zeichnet werden. Hiernach werden die kürzeren Arme als vordere, die längeren als hintere anzusehen sein, während die ausgehöhlte Fläche der Basis den Namen der obern Leibesfläche führen kann. [9])

Das Innere des Leibes ist ein bis in die Spitze der Arme sich erstreckender Hohlraum. Er enthält den Nahrungsschlauch und ausserdem noch ein ihn in seiner ganzen Ausdehnung durchziehendes Fadengewebe Er hat die Hautdecke zur Wandung.

Die Haut besteht aus einer einfachen Schicht ziemlich ansehnlicher Zellen; nur an den Armen und vielleicht auch im ganzen Bereiche der obern Leibesfläche, sind sie in mehreren, wenngleich nur wenigen Lagen über einander geschichtet, zugleich auch kleiner. Alle diese Zellen enthalten ausser einer limpiden, wahrscheinlich ganz flüssigen Substanz, noch einen Kern, der in seinem Centrum ein Kernkörperchen *(nucleolus)* einschliesst. Unter dem Mikroskop erscheint daher die Haut von einem Netzwerk feiner heller Linien durchstrichen, die nichts weiter als das optische Bild der Zellenwände sind, während die Kerne so durchsichtig sind, dass man sie nur mit Mühe, oft gar nicht zu unterscheiden vermag. Indess treten die Zellen sammt ihren Kernen deutlich zu Tage, wenn man die Larven durch Zusatz süssen Wassers getödtet hat. Die Kerne werden dadurch getrübt, während die Zellen durch Imbibition ihre polygonalen Conturen verlieren und augenscheinlich anschwellen. [10]) Die Kerne findet man dann in der Nähe der Zellenwandung. Es ist zu vermuthen, dass diese Lage den Kernen auch im frischen Zustand eigen sey (wandständige Kerne.)

Die Oberfläche der Haut ist mit Cilien besetzt, durch deren Schwingungen die Larve fortbewegt wird. Ihre Menge und Anordnung sind nicht

---

9) Bei der Bestimmung des Oben, ging ich von der Stellung aus, welche die Larve ihrem Körper giebt, wenn sie vom Boden des Gefässes zur Wasseroberfläche hinansteigt. Die Leibesbasis, welche beim Fortgleiten stets vorangeht, ist dann natürlich nach oben gekehrt. Ich brauche wohl nicht zu erinnern, dass meine Bezeichnungen mit denen Müller's nicht übereinstimmen, da dieser Forscher das Lagerungsverhältniss der Körperregionen und somit auch der Organe, von einem grade entgegengesetzten Gesichtspunkte aus, aufgefasst hat. (vergl. seine Schrift und Tafeln.) —

10) Essigsäure, wenn auch noch so sehr verdünnt, trübt zwar die Kerne alsbald, verschafft aber, da sie die Zellenwände zerstört, keine klare Anschauung. Dagegen kaustisches Kali vorsichtig angewendet, die Zellen unversehrt lässt, die Kerne aber auflösst.

überall dieselben. So trifft man sie über dem grössten Theil des Leibes, durch grössere Zwischenräume von einander geschieden und ohne regelmässige Gruppirung an. Nur um den After herum stehen sie etwas dichter beisammen. Sehr regelmässig ist ihre Vertheilung auf den Armen und den bogenförmigen Ausschnitten (Arkaden Müller) zwischen diesen. Hier ziehen sie sich in vier, wie es mir schien, parallelen Reihen längs den Ränder jener Theile hin, und bilden so eine scharf abgehobene, festonartig um dieselben sich schlingende Wimpergarnitur (s. Fig. 14. *s*, *s*, *s*, *s*,) (Wimperschnüre Müller.) [11]) Mit ganz eben so regelmässig an einander gereiheten Cilien, ist auch der lippenartige Mundwulst versehen.

Ausser Cilien findet man auf der Haut noch zerstreute röthliche Pigmentflecken: rundliche Aggregationen winziger Moleküle, in welchen letztern die Farbe ihren Sitz hat. (Vergl. auch Derbès und Müller.)

Der weiche Leib wird von einem festen Kalkgestelle oder Gerüste (s. Fig. 21.) gestützt, das in zwei symmetrische Seitenportionen zerfallen ist, von welchen jede aus vier Aesten oder Zinken besteht. Das eine Paar der Zinken, das längste und stärkste, senkt sich von der Basis aus, längs der Gränze zwischen vorderer und hinterer Leibesfläche gegen das untere Leibesende herab, wo es kolbenartig anschwillt. Dieses Paar (*g*, *g*,) mag den Namen der keulenförmigen Zinken führen. Das zweite Paar (*h*, *h*,) verläuft den hintern Armen entlang, bis zu deren Spitze. Die beiden übrigen Paare sind bestimmt, die obere Fläche sammt dem Anhange zu stützen. Das dritte Paar (*k*, *k*,) nämlich, ist nach der Concavität dieser Fläche in einem Bogen gekrümmt, und zieht sich am Munde vorbei, bis zur Spitze der vordern Arme hin. (bogenförmige Zinken.) Das vierte Paar (*l*, *l*,) das kürzeste, verläuft in querer Richtung unter der obern Fläche, und findet sich, namentlich bei noch älteren Larven, in der Gegend ungefähr, wo jene Fläche am tiefsten ist. (Querzinken.) Sämmtliche Zinken sind mit kleinen Dornen oder Zacken ausgerüstet.

Der quer durch die Leibeshöhle von vorn nach hinten sich erstreckende Nahrungsschlauch, besteht aus drei Abtheilungen, einer vordern, welche die Verrichtungen eines Schlundes hat, einer mittlern, die einem Magen und

---

11) Ohne Zweifel existirt die nämliche Ciliengarnitur auch bei der Larve des *E. brevispinos.*, obwohl Derbès ihrer nicht erwähnt.

*

einer hintern, die einem Darme entspricht. (Vergl. hierüber Müller und Derbès.)

Der Schlund stellt einen herabsteigenden länglichen Sack, mit merklich gegen den Magen abgesetztem Grunde oder Boden dar. Der vordere Abschnitt seiner Wandung ist länger als der hintere, theils weil solches schon durch die fast vertikale Stellung des Mundes bedingt wird, theils auch, weil der Schlundboden dem Magen in einer von oben und hinten, nach unten und vorne geneigten Richtung aufsitzt. Der Magen, die geräumigste Abtheilung, gleicht einer angeschwollenen Blase. Der sehr kurze Darm, der bald ausgedehnt, bald wieder zusammengefallen, und im erstern Fall wie der Magen, blasenförmig erweitert erscheint, erstreckt sich von diesem aus ein wenig aufwärts zu dem höher gelegenen After. [12]) Der ganze Verdauungsschlauch ist mithin im Sinne eines Bogens gekrümmt, dessen vorderer Schenkel der längere ist. — Die Innenfläche aller Abtheilungen ist mit vibrirenden Cilien besetzt, während ihre Wandungen aus Zellen bestehen, die in jeder Hinsicht mit denen der Haut übereinstimmen. [13])

Bemerkenswerth sind die Mittel, durch welche der Nahrungskanal in seiner Lage erhalten wird. Grösstentheils geschieht dies mit Hülfe eines netzartig verstrickten Gewebes sehr heller feiner Fäden, die einerseits an die Haut, andrerseits an den Nahrungsschlauch sich festsetzen und den ganzen, von dem letztern frei gelassenen Raum der Leibeshöhle, in allen Richtungen durchziehen. Als Ausgangs- oder Vereinigunspunkte (gleichsam Knoten) dieser Fäden, sind verschiedenartig gestaltete kernartige Gebilde, die zerstreut in dem Netzwerke vorkommen, zu betrachten. Diese Kerne finden sich in grösserer Menge unter der Haut, namentlich in der Nähe des Kalkgestells, und haben hier eine im Ganzen mehr rundliche Gestalt. Mehr gegen das Innere zu, zeigen sie sich meistens spindelförmig oder in mehrere Ecken ausgezogen. Jedes Ende oder jede Ecke der also gestalteten Kerne läuft in einen Faden aus. Ich werde später nachweisen, dass die Kerne das Ursprüngliche sind, und dass die Fäden nach und nach aus ihnen entstehen. [14])

---

12) Müller, der den After übersehen, musste natürlich darauf kommen, den Darm für einen blindsackartigen Magenanhang zu erklären.

13) Die zellige Structur des Magens und Darms ist schon von Müller erkannt worden. (a. a. O. p. 5. u. Tafeln.)

14) Müller will bei den Ophiurenlarven, in der Nähe des Mundes, deutliche An-

In einer viel festeren Verbindung mit seinen Umgebungen steht der Schlund, wahrscheinlich seiner kräftigen Contractionen wegen. Zunächst ist der Schlund mittelst seiner vordern Wand der Haut dicht angefügt, und fest mit ihr verbunden. Der Zusammenhang zwischen beiden ist so innig dass die über dem Schlunde gelegene Hautstelle, bei den Contractionen desselben, in Mitbewegung versetzt wird. Ausserdem ist der Schlund noch jederseits, durch einen ziemlich starken ligamentösen Strang festgehalten. Beide Ligamente scheinen vom Schlunde aus, dicht unter der obern Leibesfläche, nach hinten zu verlaufen und sich zuletzt an die respectiven Seitentheile der Leibeshöhlenwandung zu inseriren. Indess sind sie in dem hier zur Sprache gebrachten Stadium noch lange nicht so ausgebildet, als später. (s. Fig. 18. *r, r,*) [15].

Das Fortgleiten der Larve erfolgt mit mässiger Geschwindigkeit, wobei (wie schon Anmerk. 9. angezeigt) der Anhang sammt den Armen, den übrigen Regionen vorausgeht. Während nun die Larve in dieser Stellung nach verschiedenen Richtungen fortschreitet, und Kreise von mehr oder minder grossem Bezirke beschreibt, wälzt sie sich zugleich sichtlich um ihre Längenaxe.

Ohne Zweifel wird die Ortsbewegung vorzugsweise von den zahlreichen Cilien der um die Arme und die bogenförmigen Ausschnitte sich windenden Wimpergarnitur ausgeführt. Allein eben so wesentlich sind jene Cilien, so wie auch die des Mundwulstes, bei der Zufuhr der Nahrungsstoffe betheiligt. Gleich den Räderorganen der Rotatorien, versetzen sie nämlich das Wasser in wirbelnde, dicht am Munde zusammenlaufende Strömungen, mit welchen die in der Nähe der Larve sich vorfindenden Nahrungsstoffe dem letztern zugeleitet, und hierauf mittelst der peristaltischen Schlingbewegungen in den Magen gebracht werden. — Der Schlingakt besteht im Wesentlichen darin, dass der Schlund successive von oben nach

---

zeichen eines Nervensystems beobachtet haben. (a. a. O. p. 6., Tab. 1. Fig. 2.) Ich kann hier die Vermuthung nicht unterdrücken, dass die von Müller für Ganglien gehaltenen Anschwellungen, nichts anderes als die eben besprochenen Kerne, die für Nerven angesehenen Stränge, die Fäden seyen.

15) Die von Müller in den Ophiurenlarven beobachteten körnigen, länglichen Gebilde zu beiden Seiten des Schlundes und Magens, scheinen mir ganz die Bedeutung der eben gedachten Ligamente zu haben.

unten schleunig sich zusammenzieht, zugleich sich in die Länge streckt, und mit seinem Grunde tief in den Magen hinabsteigt. Auf diese Contraction folgt raschen Schrittes die Rückkehr in den Zustand der Ruhe und Verkürzung. Nach der Häufigkeit der Schlingbewegungen zu schliessen, muss das Nahrungsbedürfniss der Larven, in dem uns hier beschäftigenden Stadium, sehr gross sein. Dennoch folgen die einzelnen Schlingakte, im Vergleich zu spätern Perioden, wo sie zugleich energischer vollzogen werden, immer noch in längern Intervallen auf einander. [16])

Ueber die Natur der im Magen anzutreffenden Stoffe, habe ich nur in den seltensten Fällen, einigen Aufschluss erhalten können. Meistens bestanden sie in locker zu einem Ballen zusammengefügten Molekülen, wahrscheinlich Staubtheilchen, die sich bei den stets offen gelassenen Gläsern, auf die Oberfläche des Wassers niedergeschlagen und später darin vertheilt hatten. Wurden versuchsweise, um das Nahrungsbedürfniss zu befriedigen, Bruchstücke von Conferven oder anderen Algen, denen *Diatomaceen (Naviculae, Bacillariae etc.)* anhingen, in die Gläser gethan, so sah ich zwar letztere, nachdem sie sich losgelösst, von den Larven aufgenommen werden, doch schienen sie nicht die geeignete Nahrung für so zarte Geschöpfe. Nach längerm Verweilen im Magen und Darm, gingen sie scheinbar ganz unverändert durch den After ab. Nur einmal fand ich im Magen sehr weit entwickelter Larven, bläschenartige anscheinend Chlorophyll enthaltende Gebilde, wahrscheinlich eine Protococcusform. Infusorien, wenn sich deren auch eine Menge und von der mannigfaltigsten Art in den Gläsern vorfand, schienen von den Larven ganz verschmähet zu werden.

---

16) Es ist schon bemerkt worden, dass die Hautgegend über dem Schlunde, durch die Schlingbewegungen in eine sichtliche Oscillation versetzt wird. Verstärkt sich die Schlingbewegung plötzlich, so geräth auch der Anhang sammt den vordern Armen in eine zuckende Mitbewegung. (s. auch Müller, a. a. O. p. 6.) — Wird die Larve mittelst eines Deckglases comprimirt, und fühlt sie sich durch den Druck zu stark belästigt, so zieht sich der Schlund krampfhaft und andauernd zusammen, die Hautstelle über ihm wirft sich in Falten, während der Anhang seiner Quere nach stark verengert, und zugleich nach unten und vorne geneigt erscheint. Der Mund stellt dann einen nur wenig offenen Längenspalt dar, während die vordern Arme einander bis zur Berührung genahert, oder auch wohl in's Kreuz über einander geschlagen erscheinen: Erscheinungen, die sich leicht aus der eben erörterten Verbindungsweise des Schlundes mit seinen Umgebungen, erklären lassen.

Während ihres Aufenthalts im Magen und Darm, werden die Speisestoffe durch die Cilien immerfort im Kreise umhergewälzt. Im Darm scheinen sie weit kürzere Zeit als im Magen zu verweilen, was auch schon damit stimmt, dass jener häufiger und augenscheinlicher als dieser sich zusammenzieht. Nicht minder deutlich als der Darm, verengert und erweitert sich auch der After (s. oben), und zwar im Wechselspiel mit jenem. Ist nämlich der Darm durch die Speisereste stark ausgedehnt, so ist der After geschlossen. Zieht sich der Darm zusammen, was übrigens langsam genug geschieht, so öffnet sich der After in einem entsprechenden Maasse und gestattet so den Excrementen einen immer freier werdenden Ausweg. Das entgegengesetzte Verhältniss tritt ein, so wie die Füllung des Darms von Neuem beginnt: es verengert sich der After immer stärker, bis er sich zuletzt völlig schliesst. Die Nothwendigkeit eines solchen Wechselverhältnisses ergiebt sich von selbst.

Darstellung der Entwicklungsphasen.

Nachdem der Theilungsprocess des Dotters sein Ende erreicht, und der ganze Dotter sich in den Embryo umgebildet hat, sieht man die junge Larve, kurz vor ihrer Geburt, innerhalb der Eihülle, langsam um ihren Mittelpunkt sich drehen. Dies geschieht mittelst sehr langer Cilien, womit die ganze Oberfläche ihres kugelrunden Leibes bekleidet ist. An dem letztern lässt sich eine äussere Schicht oder Hautdecke, und eine von dieser umschlossene Central- oder Leibeshöhle unterscheiden. (vergl. auch Derbès p. 91, Fig. 10 u. 11.) Die Durchmesser der Höhle mögen kaum etwas beträchtlicher seyn, als die Dicke der Haut. Diese besteht aus mehreren, wenngleich nur wenigen Lagen über einander geschichteter, dicht aneinander gefügter und daher polyëdrischer Zellen, die in mancher Beziehung noch sehr an die letzten Furchungskugeln des Dotters erinnern. Die Zellen enthalten nämlich jene Dotterkörner, welche früher auch den Inhalt der Furchungskugeln ausmachten. [17]) Ausserdem bemerkt man innerhalb jeder Zelle einen Kern, der insofern mit den bläschenartigen Kernen der Furchungsku-

---

17) Von den in den Hautzellen enthaltenen Dotterkörnern rührt die röthliche Färbung her, die man an den Larven während den frühesten Entwicklungsstadien wahrnimmt.

geln übereinstimmt, als er gleich diesen, bei starken Vergrösserungen, unter dem Bilde eines Hohlraums sich darstellt. Nur beim Zusatz süssen Wassers, wodurch die Zellenkerne getrübt werden, und scharf abgegränzt hervortreten, überzeugt man sich, dass sie solide Körper sind. Die Zellen der äussersten Schicht findet man gleich den Furchungskugeln nach Aussen hervorgehoben; wesshalb die Oberfläche des Leibes gerade so uneben wie die des sich theilenden Dotters erscheint. Die Haut zeigt demnach schon bei der eben erst entstandenen Larve dieselbe Structur, die ihr in vorgerückteren Stadien eigen; nur dass die Zellen jetzt noch über einander geschichtet, kleiner und mit Dotterkörnern gefüllt sind, während sie bei älteren Larven grösser erscheinen, nur in einfacher Schicht neben einander liegen, und einen transparenten, scheinbar flüssigen Inhalt führen. (s. oben.)

Endlich, nachdem noch vorher die Menge der Hautzellen, wie es scheint, sich vermehrt hat, reisst die Eihülle in der 24ten Stunde etwa nach der Befruchtung ein, und die Larve tritt zur Welt. [18]) Ihr Fortgleiten geht im Vergleich mit den nächstfolgenden Stadien, nur noch langsam von Statten, beschränkt sich auf ein Umherkreisen in engen Bezirken, und ist mit eben so langsamen Rotationen um die Leibesdurchmesser vergesellschaftet. (vergl. Derbès, p. 91.) —

Bald nach der Geburt, verliert die Larve etwas von ihrer Kugelgestalt, indem sich der Leib in die Länge streckt und elliptisch wird. Die Leibeshöhle hat sich erweitert, während die Haut etwas dünner geworden zu seyn scheint, und ihre früheren Unebenheiten sich verwischt haben.

Der elliptische Leib wird nun an einem Pole stumpfer und breiter; dadurch erhält die Larve eine Eiform. (s. Fig. 1.) Ihre fortschreitenden Bewegungen gehen rascher vor sich, wobei der spitzere Pol stets nach vorne gewendet ist. Die Cilien der Leibesoberfläche sind ihrer Feinheit und der beständigen Schwingungen wegen, sehr schwer in ihrer ganzen Länge zu überschauen; doch mag letztere den Halbmessern des Leibes gleichkommen.

---

18) Ich muss hier ausdrücklich bemerken, dass die Zeitangaben für den Eintritt und die Dauer der verschiedenen Phasen, blos annähernd festgestellt werden konnten. Denn bekanntlich wird die Entwicklung der organischen Wesen bald beschleunigt, bald wieder retardirt, je nach dem Grade der Temperatur und dem Einflusse anderer nothwendiger Bedingungen.

Im Innern der Leibeshöhle, gegen den stumpfen Pol hin, erblickt man eine Ansammlung rundlicher, dicht neben einander gehäufter, dunkler als die Hautzellen erscheinender und verhältnissmässig grosser Gebilde, die ihrer Natur, namentlich ihrer chemischen Beschaffenheit nach, den Kernformationen am nächsten verwandt scheinen. Es ist schon oben dieser Kerne gedacht und angeführt worden, dass sie sich in das feine, netzartig verflochtene Fadengewebe umwandeln, das in spätern Perioden die ganze Leibeshöhle durchzieht und zur Befestigung des Nahrungsschlauchs dient. Um bei der Erörterung der einzelnen Phasen, nicht immer wieder auf diese Kerne zurückzukommen, will ich hier lieber sogleich die hauptsächlichsten Erscheinungen, die sie im Verlauf der Entwicklung darbieten, hervorheben.

Die Menge der Kerne ist anfangs noch gering, wächst aber bald zusehends, so dass man die dem stumpfen Pole des eiförmigen Körpers zugekehrte Hälfte der Leibeshöhle, zuweilen dicht von ihnen ausgefüllt sieht. (s. Fig. 1, *e.*) Aber schon in dem nächstfolgenden Stadium, haben sich die Kerne von einander gesondert und gleichmässiger in der Leibeshöhle vertheilt. Während nun letztere mit dem fortschreitenden Wachsthume der Larven immer weiter wird, sieht man auch die Kerne, deren Zahl sich bis zu einem gewissen Termin hin, noch zu vergrössern scheint, mehr und mehr gegen die Wandungen der Leibeshöhle hingedrängt werden, wo sie zuletzt in der Nähe des Kalkgestells, in überwiegender Menge anzutreffen sind. (s. oben.) Die beginnende Umwandlung der Kerne in Fäden, welche sehr bald nach ihrem Auftreten zu erfolgen scheint, manifestirt sich dadurch, dass die Kerne eine entweder unregelmässig eckige oder eine spindelförmige Gestalt annehmen. Jede Ecke oder jedes Ende eines also transformirten Kerns, stellt den Anfang eines sich immer länger ausspinnenden und mit den Fäden der Nachbarkerne verschmelzenden Fadens dar. Dass die Fäden auf Kosten der Kerne sich bilden, wird auch dadurch bewiesen, dass die Zahl so wie der Umfang der Kerne sich während der letzten Entwicklungsphasen immer mehr vermindert, während die Menge der netzartig verstrickten Fäden in demselben Verhältniss zunimmt, wobei letztere zugleich immer feiner werden. [19])

---

19) Das Fadengewebe ist zwar von Derbès übersehen worden, doch erwähnt er

Um die 30te Stunde etwa, zeigt sich genau im Centrum des stumpfen Pols, eine leichte grubenförmige Vertiefung. Mit dieser Einsenkung beginnt die Entwickelung des Nahrungsschlauchs, dessen Bildungsweise sogleich näher erörtert werden soll. Die Larve bewegt sich in der früher angezeigten Stellung, noch schneller als zuvor. Die Umwälzungen scheinen jetzt vorzugsweise um den durch die beiden Pole hindurchgehenden Leibesdurchmesser oder die Axe zu erfolgen.

Allmählig wird der stumpfe Pol breiter und flacher, während die Grube in seinem Centrum an Tiefe und Umfang gewinnt. Dadurch erhält der Leib einige Aehnlichkeit mit einem Apfel. Die Leibeshöhle ist unterdess noch weiter geworden, und in demselben Maasse hat sich auch die Haut verdünnt. Die Leibesaxe mag $\frac{1}{8}$ Millim. messen.

In dem nachfolgenden Stadium wandelt sich der Leib in einen mit drei Flächen und vier abgerundeten Ecken versehenen Körper um. Ehe jedoch diese Gestalt entschieden hervortritt, hat sich mittlerweile schon die Anlage des Nahrungsschlauches ausgebildet; wesshalb es hier am geeigneten Orte seyn wird, den dabei stattfindenden Vorgang näher in's Auge zu fassen. Wir haben eben gesehen, dass die Grube im Centrum des stumpfen Pols zur Zeit, wenn die Larve einem Apfel ähnlich geworden, sich tiefer ausgehöhlt und an Umfang zugenommen hat. Es hat nun ganz den Anschein, als bilde sich diese Grube dadurch, dass die Haut in jener Gegend sich allmählig in die Leibeshöhle einsackt oder einwärtsstülpt. Die Einsackung senkt sich immer tiefer in die Leibeshöhle hinab, und zieht sich auf diese Weise in einen Kanal aus, der endlich die dem spitzen Pole zugekehrte Portion der Leibeshöhlenwandung erreicht. Der so entstandene, mitten durch die Leibeshöhle sich erstreckende Blindsack (Fig. 2. *e*), ist nichts weiter als das Rudiment des Nahrungsschlauches, während der Rand oder Umkreis der ursprünglichen Grube, zu einer in den Kanal führenden Oeffnung geworden ist, welche den After darstellt. Zu Gunsten dieser Ansicht über die Entstehungsweise des Nahrungskanals, scheint auch der Umstand zu sprechen, dass die Wandung des Kanals, hinsichtlich der Structur und Dicke, vollkommen mit der Haut übereinstimmt; welche Uebereinstimmung in spätern Perioden sich

---

der Kerne aus den mittlern Entwicklungsstadien, als zerstreut zwischen Haut und Nahrungskanal vorkommender Kügelchen *(globules)* (a. a. O. p. 92. Fig. 16.)

immer sichtlicher herausstellt. (Vergl. das über das Gewebe des Nahrungsschlauches oben Mitgetheilte). Eine recht gute Vorstellung von der allmähligen Hervorbildung des Nahrungskanals in der eben besprochenen Weise, wird sich der Leser bei Ansicht der Figuren 13 u. 14. der Derbès'schen Abhandlung verschaffen; obwohl der Verfasser den dabei stattfindenden Vorgang nicht beachtet zu haben scheint Aus dem eben Vorgetragenen ergiebt sich zugleich, dass die zuerst erscheinende den After darstellende Oeffnung, von jenem Gelehrten irrthümlicherweise für den Mund angesehen worden ist. Dass dieser erst viel später auftritt, werde ich weiter unten darthun.

Um die Mitte des 3ten Tages ungefähr, hat der Leib die zuletzt erwähnte Gestalt eines dreiflächigen, mit vier abgerundeten Ecken versehenen Körpers angenommen: eine Form, in welcher sich der bilateral-symmetrische Typus bereits ausspricht, der von nun an alle spätern Umbildungen beherrscht. Die eine der drei Flächen, die hintere nämlich (s. oben und die schematischen Figuren 3 u. 4. *b*), war schon früher durch den stumpfen, im Centrum vom After durchbrochenen Pol repräsentirt. Die dieser Fläche gegenübergestellte (s. Fig. *a*), hat die ursprüngliche Rundung am sichtlichsten beibehalten, und zeigt sich daher stark gewölbt. Es ist die vordere Fläche. Die dritte Fläche, die anfangs noch mehr convex erscheint, sich aber bald abplattet, entspricht der obern Fläche. (Fig. *c*.) Die gegenseitigen Begränzungen dieser Flächen sind indess nirgends scharf demarkirt. Unter den vier Ecken lassen sich eine vordere (*d*) (früher durch den spitzen Pol vertreten), zwei einander gegenüber gestellte und mit der vordern in gleichem Niveau liegende hintere Ecken (*e*, *e*), und eine untere Ecke (*f*) unterscheiden. Die vordere Ecke zieht sich mit dem Fortschritt der Entwicklung in den Leibesanhang aus, aus den beiden hintern Ecken wachsen die hintern Arme hervor, die untere Ecke wird zum untern Leibesende. Der Larvenkörper ist natürlich grösser geworden und mit ihm hat sich auch der Nahrungsschlauch verlängert. (s. Fig. 4. *k*.) Letzterer, der sich früher gerade durch die Leibeshöhle erstreckte, zieht sich nun vom After (*g*) aus, in einem sanften Bogen zur vordern Ecke hin.

Im Verlauf des 3ten Tages, werden auch die Rudimente des Kalkgestells sichtbar. (Fig. 5.) Es sind zwei kleine, dicht unter der Haut einander gegenüber gelagerte Stäbe, von denen jeder aus drei fast gleichlangen Aesten besteht. Das eine Paar der correspondirenden Aeste (s. Fig. 5,

g, g) wächst allmählig zu den keulenförmigen Zinken heran. Das zweite Paar (*k, k*) stellt die Anlagen der bogenförmigen Zinken, das dritte Paar (*l, l*) die der Querzinken dar. Auf der vordern Leibesecke bemerkt man einen Schopf viel längerer Cilien, der lebhaft hin und hergeschwenkt wird, während die übrigen Cilien minder lang als früher erscheinen.

In einer bald darauf folgenden Periode, zeigt sich der Leib im Sinne seiner Axe etwas verlängert; daher die hintere Fläche unbedeutend länger als die obere erscheint. (s. Fig. 6.) Diese zeigt sich schon etwas ausgehöhlt; was zunächst dadurch bedingt wird, dass einerseits die vordere Ecke sich fortsatzartig nach oben gekrümmt, und auf diese Weise sich zu dem Rudiment des Leibesanhangs entwickelt hat, und dass andererseits die beiden hintern Ecken sich in schwache Vorsprünge (*d, d*) ausgezogen haben, welche die Anlagen der hintern Arme darstellen. Sämmtliche Aeste oder Zinken des Kalkgestells haben sich verlängert, namentlich die künftigen keulenförmigen (*g, g.*) Mit den Rudimenten der hintern Arme, sind bereits die ersten Spuren ihrer Zinken (*h, h*) erschienen. Die Larven der gegenwärtigen Periode gleiten noch rascher fort, als es in den kurz vorhergehenden geschah. Ja ich glaube mich überzeugt zu haben, dass die Geschwindigkeit beim Schwimmen, die von der Geburt an in stetem Zunehmen begriffen war, jetzt ihren Höhepunkt erreicht hat; denn in den nächstfolgenden Stadien, wird die Ortsbewegung wieder langsamer. [20])

Von nun an wächst der Leib vorherrschend in die Länge, und erhält nach und nach eine, einem Keile ungefähr zu vergleichende Gestalt.

Vor Ende des 3ten Tages ungefähr, übertrifft die Längendimension schon sichtlich die der Breite und Dicke. Die obere Fläche erscheint noch tiefer ausgehöhlt, während die hintere noch ganz so eben wie früher, sich darstellt. (Fig. 7.) Die Rudimente der hintern Arme sind unterdess gewachsen, so wie auch die Anlage des Leibesanhangs sich stärker nach oben verlängert hat. Die Zellen der Haut enthalten immerfort noch Dotterkörner; doch mö-

---

20) Bei dieser Gelegenheit sey bemerkt, dass die Larven während der ersten Zeit nach der Geburt, am Boden der Gefässe verweilen; wie diess auch mit den Eiern, während der Dottertheilung der Fall ist. Später, wenn ihre Bewegungen rascher geworden, trifft man sie gleichmässig in alle Wasserschichten vertheilt an.

gen letztere schon in geringerer Zahl vorhanden sein, wie denn auch die Haut in der That schon durchsichtiger geworden ist.

Bald darauf erscheint der Leib noch mehr in die Länge gestreckt und läuft in ein entweder abgestutztes oder zugerundetes Ende aus. (Fig. 8. u. 9.) Der After nimmt nicht mehr genau das Centrum der hintern Fläche ein, indem er etwas höher gerückt erscheint. Die obere Fläche hat sich noch merklicher vertieft, während der Leibesanhang sich immer deutlicher hervorzuheben beginnt. Der obere wulstige Rand des Anhangs trägt auf seiner Mitte, immer noch den schon früher erwähnten Schopf längerer Cilien. (s. p. 20.) Die hintern Arme sind länger geworden, und haben schon eine divergirende Richtung angenommen. Alle Zinken des Kalkgestells haben sich verlängert, und wie es sich von selbst versteht, vorzugsweise wieder die künftigen keulenförmigen. (Fig. 9. *g*, *g*.) Jetzt zeigen auch die bogenförmigen Zinken (Fig. 9. *k*, *k*) die ihnen später zukommende Krümmung. Die Zellen der Haut sind schon so durchsichtig, dass man sie frisch untersucht, kaum mehr deutlich zu unterscheiden vermag, obwohl sie noch ihren frühern kleinkörnigen Inhalt führen. Gleichzeitig sind auf der Haut auch einzelne, sparsam vertheilte Pigmentanhäufungen (s. oben) erschienen. Der Nahrungskanal, dessen vorderes blindes Ende, wie früher (s. Fig. 7. *e*), bis an den obern Rand des Leibesanhangs reicht, zeigt sich in einem noch stärkern Bogen gekrümmt. (Fig. 9. *m*.)

Am 4ten Tage hat sich der bisher einen fast überall gleichweiten Kanal darstellende Verdauungsschlauch, in seine drei Abtheilungen eingeschnürt. Diese Abtheilungen sind indess zur Zeit nur schwach ausgeprägt; am entschiedensten hebt sich noch der Magen hervor. Endlich, um die Mitte etwa des nämlichen Tages, bricht das vordere oder vielmehr obere blindgeschlossene Ende des Schlundes nach Aussen durch, und es kommt so, auf der geneigten Ebene des Anhangs, der Mund zum Vorschein. Die Mundöffnung ist indess noch klein, an Weite dem After etwa gleichkommend. Die Afteröffnung hat sich zwar seit ihrem Erscheinen, mit dem Fortschritt der Entwicklung vergrössert, zeigt sich aber jetzt im Verhältniss zum Umfange des unterdess herangewachsenen Leibes, relativ kleiner. Die keulenförmigen Zinken des Kalkgerüstes, sind gegenwärtig schon viel länger und stärker als die andern Zinken, und ihre untern Enden etwas kolbenför-

mig verdickt. An sämmtlichen Zinken sind nun auch die Zacken erkennbar. [21])

Der Leib wird nun immer länger, schmächtiger und einem Keile ähnlicher. (Fig. 10. u. 11.) Die jetzt schon sehr entwickelten, schlanker gewordenen hintern Arme, laufen in scharfe Spitzen aus. Der obere Rand des Leibesanhangs zeigt sich in seiner Mitte halbmondförmig ausgeschnitten, indem jede der beiden Ecken dieses Randes mittlerweile in einen Vorsprung ausgewachsen ist. Beide Vorsprünge (*e, e*) bilden die Anlagen der vordern Arme. Der Mund ist grösser geworden. Da aber der Anhang noch lange nicht jene ihm erst später zukommende senkrechte Stellung hat, so ist auch die des Mundes jetzt noch eine mehr geneigte.

Vor Beginn des 5ten Tages, fängt der Leib an, allmählig in die oben ausführlicher beschriebene birnförmige Gestalt überzugehen.

Zunächst schwillt er in seiner obern Portion stärker an und wird runder, während seine Verlängerung und Verschmächtigung nach unten zu, noch eine Zeitlang zunimmt. Es kommt dadurch eine Form zu Stande, die im Profil betrachtet, einige Aehnlichkeit mit einer Spindel hat, indem die untere Leibesportion gegen die obere stark abgesetzt, und gleichsam stielförmig verlängert erscheint. (Fig. 12.) Die hintere Fläche ist fast noch ganz so eben wie in den frühern Perioden. Die vordern Arme (*e, e*) haben sich mehr entwickelt. Die jetzt kolbig angeschwollenen Enden der keulenförmigen Zinken, sind entweder einander ganz nahe gerückt oder kreuzweise über einander gelegt. Der Mund ist sichtlich grösser geworden und übertrifft den After in der Weite. Die Abtheilungen des Nahrungsschlauches sind jetzt sehr entschieden gegen einander abgegränzt, und die Innenfläche des Darms und Magens zeigt sich mit schwingenden Cilien besetzt. Auch macht sich schon das Nahrungsbedürfniss geltend, indem der Schlund sich zeitweise, aber noch äusserst träge zusammenzieht, und der Magen mit Speisestoffen gefüllt erscheint.

Während des 5ten Tages erhält sich im Ganzen die eben beschriebene Gestalt; nur wölbt sich die hintere Fläche in der nächsten Umgebung des Afters. (Fig. 13.) Letzterer zeigt sich nun bald erweitert, bald bis zum

21) Auf dem eben besprochenenen Stadium, scheint sich die von Derbès Fig. 16. dargestellte Larvenform des *E. brevispinos.* zu befinden.

förmlichen Schluss verengert, ist demzufolge bald sichtbar, bald wieder nicht.[22]) Die Hautzellen enthalten nun keine Dotterkörner mehr, sondern die schon früher erwähnte homogene Substanz. (s. oben.)

Am 6ten Tage zeigt der Leib entschiedener den Uebergang in die Birnform. Die hintere Fläche erscheint viel stärker gewölbt. Die obere Leibesportion geht sanfter und allmähliger in die freilich noch immer etwas stielförmig verschmächtigte untere Portion über. Die Menge der Pigmentanhäufungen auf der Haut hat sich, seit ihrer zuletzt Erwähnung geschehen, vermehrt.

Im Laufe des 7ten Tages, erscheint der Leib noch angeschwollener. Die obere Fläche ist der zunehmenden Dicke des Leibes entsprechend, breiter geworden und hat sich immer tiefer ausgehöhlt, während der Anhang an Höhe und Breite gewonnen hat. In Uebereinstimmung mit der grössern Anschwellung des Leibes, erscheint die hintere Fläche viel entschiedener convex als am vorhergehenden Tage. Die Länge der Larve mag an $^3/_{10}$ Millim. betragen.

Am 8ten Tage gleicht der Leib noch stärker einer langausgezogenen Birne, indem er in dem Umkreise seiner obern Portion fast überall gleichmässig gewölbt sich darstellt. Auch die Innenwand des Schlundes zeigt sich jetzt deutlich mit schwingenden Cilien bekleidet. Die Schlingbewegungen folgen in kürzern Intervallen auf einander, und werden mit grösserer Kraft ausgeführt.

Die Entwicklung wird von nun an langsamer, indem die Leibesgestalt noch am 11ten Tage, sich nicht wesentlich verändert zeigt. Die Länge der Larven, von der Spitze der unterdess länger gewordenen vordern Arme bis an das untere Leibesende bestimmt, beträgt $^2/_5$ Millim. etwa. Wenngleich die Länge seit einiger Zeit nicht merklich zugenommen hat, so hat doch der Leib an Breite und Dicke gewonnen. — Ich bin somit, nachdem ich es versucht, die wichtigern Entwicklungsphasen von der Geburt an, dem Leser vor Augen zu führen, bei dem im Anfange bereits ausführlicher erörterten Stadium (Fig. 14.) angelangt. Es bleibt mir nun noch übrig, der fernern Umwandlungen in Kürze zu erwähnen.

Während der Dauer der nachfolgenden Stadien, wird der Körper im-

---

22) Ob nicht übrigens der After schon kurz vor dieser Periode bewegungsfähig wird, muss in Frage gestellt bleiben.

mer dicker und gedrungener, indem die früher verschmächtigte untere Leibesportion sich mit den übrigen Regionen immer mehr ausgleicht. Dadurch verwischt sich die birnförmige Gestalt so völlig, dass der Leib zuletzt sphärisch abgerundet erscheint.

Am 14ten oder 15ten Tage ungefähr, ist die untere Leibesportion schon sichtlich stumpfer und dicker geworden. (Fig. 15 u. 16.) Demgemäss haben sich die kolbigen Enden der keulenförmigen Zinken, die wie man sich erinnern wird, früher einander nahe gerückt waren oder sich kreuzten, von einander entfernt. Mit dem Dickerwerden des Leibes, ist die obere Fläche natürlich noch breiter geworden. Von diesem Zeitpunkte an, beginnt auch gewöhnlich das Kalkgestell sich weiter auszubilden; worüber in einem besondern Anhange das Nähere angegeben werden soll.

Gegen den 22ten bis 23ten Tag, erscheint der Leib noch gedrungener, obgleich er noch immer eine allmählige Verjüngung nach dem untern Ende hin zeigt. (Fig. 17 u. 18.) Die schon kurz vorher hutkrempenartig nach Aussen umgebogenen Ränder der bogenförmigen Ausschnitte (Arkaden) zwischen den Armen, springen jetzt noch stärker in dieser Richtung vor. Die obere Fläche ist noch tiefer und breiter geworden. Der Leibesanhang ist stärker in die Höhe emporgeschossen, und steht schon ganz lothrecht. Sämmtliche Arme haben sich bedeutend verlängert, und sind zugleich noch schlanker geworden. Die Länge der Larven (von der Spitze der vordern Arme bis zum Leibesende) mag jetzt einen halben Millim. betragen. Längs den Rändern der bogenförmigen Ausschnitte, zieht sich ein Saum der mehrmals schon erwähnten Pigmentanhäufungen, die man in dieser Gegend früher vermisste, hin.

Gegen den 30ten Tag hat sich das kurz vorher noch immer etwas verschmächtigte Leibesende, mit den übrigen Regionen in's Ebenmaass gesetzt. Der Leib erscheint nun fast sphärisch abgerundet. (Fig. 19.)

Ueber das eben erwähnte Stadium hinaus, liess sich die Entwicklung nicht weiter verfolgen. Die meisten Larven gingen bald nachher zu Grunde, und die wenigen, die noch bis auf den 40ten Tag am Leben geblieben waren, hatten durchaus keine wesentliche Veränderung erlitten. [23])

---

23) Beiläufig sey hier angeführt, dass es immer von schlimmer Vorbedeutung ist, wenn die Larven, die noch kurz vorher ganz lebenskräftig umherschwammen, plötzlich

Anhang über die Weiterentwicklung des Kalkgestells.

(s. zur Erläuterung die Figuren 22—28.)

Die Veränderungen die das Gestell während seiner weitern Ausbildung, vom 14ten oder 15ten Tage an erfährt, variiren je nach den Individuen, halten also keinen ganz festen Gang ein. Nur so viel lässt sich als sicher feststellen, dass die keulen- und bogenförmigen Zinken, den übrigen in der Ausbildung vorangehen.

Am auffallendsten sind die Fortschritte an den kolbigen Enden der keulenförmigen Zinken, die, wie wir gesehen, sich immer mehr von einander entfernt hatten, je stumpfer und gedrungener die untere Leibesportion geworden war. Die beiden Kolben verlängern sich nämlich, indem sie ihre abgerundeten Enden verlieren, immer mehr, und krümmen sich zugleich, den Conturen des immer stärker sich wölbenden Leibes folgend, in einem Bogen einander entgegen, so dass ihre Enden zuletzt in unmittelbare Berührung kommen. (Fig. 22.) Während diess geschieht, vermehrt sich die Zahl ihrer Zacken durch das Hinzukommen neuer, wogegen die ältern immer länger und stärker werden, und so eine dornähnliche Gestalt erhalten. Unter diesen Dornen fallen im weitern Verlauf einer bis zwei jederseits, durch ihre bedeutende Länge und Dicke in die Augen. (Fig. 22. *o.*) Sie steigen von der concaven Seite der Kolben steilrecht empor, und reichen mit ihren Spitzen, zuweilen bis nahe an die obere Leibesfläche. Zugleich sind sowohl sie, als auch viele der kürzern Dornen mit Zacken besetzt, die sich während des Wachsthums der Dornen entwickelt haben.

An den bogenförmigen Zinken, geht die Weiterentwicklung zunächst von der convexen Seite derselben aus, und zwar im Bereiche einer Strecke, die dem Ursprunge jener Zinken aus dem Gestell nahe liegt. Auch hier zeigt sich der Fortschritt zuvörderst darin, dass die Zacken im Bereich der erwähnten Strecke, in Dornen auswachsen. Die letztern nehmen aber gleich

---

zu Boden sinken. Dann steht ihr Absterben sicher bevor. Bei genauerer Untersuchung solcher am Boden der Gefässe verweilender Larven, überzeugt man sich sogleich von ihrer Lebensschwäche. Die Schlingbewegungen gehen äusserst träge von Statten, der Magen ist zusammengefallen, fast eingeschrumpft, während die Cilien des Verdauungsschlauchs und der Körperoberfläche nur äusserst langsam schwingen, an einzelnen Stellen selbst ihr Bewegungsvermögen ganz verloren haben.

anfangs eine mehr gebogene Richtung an und erscheinen später, indem Zacken in Form von Aesten aus ihnen hervorschiessen, unter der Gestalt mannichfaltiger, an der vordern Leibesfläche sich hinziehender Verästelungen. (Fig. 23 u. 25.) Oft findet man dann mehrere Aeste und Zweige solcher zerästelter Dornen anastomotisch mit einander zusammengeflossen, wodurch einzelne Stellen das Aussehen eines Netzwerkes erhalten, auch wohl der ganze Dorn sich als eine durchlöcherte Platte darstellt. (Fig. 26.) In ähnlicher Weise sieht man nicht selten einzelne kürzere Dornen, zu Ringen mit einander verschmolzen. (Fig. 27.) Mit dem weitern Fortschritt, trifft man constant jederseits einen ansehnlich langen Dorn an (Fig. 19, 24, 28.), der längs der vordern Leibesfläche gegen das untere Leibesende sich hinabzieht, und letzteres zuweilen erreicht. [24])

Schliesslich muss ich noch anzeigen, dass man zuweilen an einzelnen Stellen ganz isolirte, nirgends mit dem Kalkgestell zusammenhängende Kalkstäbchen antrifft: gewiss ein Beweis für die durchaus selbstständige Erzeugung solcher, ohne Zweifel später mit dem Gestell verschmelzender Stäbchen.

Erwägt man die in der eben dargestellten Weise immer weiter fortschreitende Verzweigung des Kalkgestells, so liegt die Frage nah, ob nicht dasselbe sich zuletzt in ein, die ganze Haut von innen incrustirendes Kalknetz umwandle. Doch darüber werden diejenigen Forscher Auskunft geben, denen es nach dem Vorgange Müller's geglückt seyn wird, völlig entwickelte, im freien Meere eingefangene Larven zu untersuchen.

---

24) Nicht selten wird man bei der Weiterentwicklung des Gestells, einen Antagonismus zwischen den keulen- und den bogenförmigen Zinken zu beobachten Gelegenheit haben. Ist nämlich die Zahl der aus den bogenförmigen Zinken hervorsprossenden Dornen schon sehr ansehnlich, so sind die keulenförmigen Zinken in ihrer Entwicklung häufig noch weit zurück. Ihre Kolben zeigen nicht einmal eine Neigung zur Verlängerung und Krümmung. (Fig. 28). Umgekehrt, sind diese Kolben schon mit starken und zahlreichen Dornen ausgerüstet, so ist zuweilen noch kein merklicher Fortschritt an den bogenförmigen Zinken wahrzunehmen.

Nach den glänzenden Entdeckungen von J. Müller hat es sich herausgestellt, dass die Metamorphose der Echinodermenlarven, in das Bereich der Erscheinungen des Generationswechsels falle, indem sie ihrem Wesen nach der Knospenzeugung, die bekanntlich nur der sogenannten Ammen — oder minder vollkommenen Generation zukommt, verwandt sey. Es geht demnach das höher organisirte radiäre Echinoderm oder der Seeigel nicht aus einer einfachen Umwandlung seiner Larve hervor, sondern entsteht in ihr als Knospe, mithin als ganz neues Wesen, und benutzt sie als Substrat, um sich auf ihre Kosten bis zu einer gewissen Stufe zu entwickeln. (vergl. Müller a. a. O. p. 33.) Es hat daher die Larve die Bedeutung einer Amme, womit auch ihr ganzer Organismus im Einklang steht. Ich erinnere an ihren einfachen Bau, an das Gewebe ihrer Organe, das blos aus Zellen besteht, und demnach einen mehr embryonalen Charakter an sich trägt.

Obgleich es mir nicht geglückt ist, die Entwicklung der Larven des *E. lividus* bis zu ihrer völligen Ausbildung, oder bis zu der Epoche, in welcher die erste, in Gestalt einer Scheibe erscheinende Anlage des Seeigels auftritt, zu verfolgen, so lässt sich doch schon die Form der letzten von mir beobachteten Entwicklungsphase, ohne Zwang, wie ich glaube, an die von Müller in der hohen See eingefangenen Seeigellarven anschliessen. Von diesen dreien, zweien verschiedenen Gattungen angehörenden Larvenarten, kommen zweie durch die kuppelförmige Wölbung ihres Leibes, der eben erwähnten Larvenform des *E. lividus* sehr nahe. (vergl. Müller Tab. IV, Fig. 1 u. 2. u. Tab. V, Fig. 1. 2. sq.) Auffallend ist nur, dass das Kalkgestell der Larve des *E. lividus,* sich im Verlauf der Entwicklung immer weiter ausbildet, wogegen dasselbe bei den von Müller untersuchten schon völlig ausgewachsenen Larven, auf seiner ursprünglichen einfachen Gestalt verblieben zu seyn scheint. Betrachtet man indess Müller's Abbildungen genauer, so wird man auch am Kalkgerüste seiner Larven, Spuren einer ähnlichen, wenngleich in minderm Grade stattgefundenen Umbildung zu erkennen glauben. Ich mache in dieser Beziehung den Leser ganz besonders auf folgende Figuren aufmerksam: Tab. III, Fig. 5 u. 8. — Tab. IV, Fig. 1. — Tab. V, Fig. 9. — Tab. VI, Fig. 4 u. 5.

Nachdem es mir, wie ich hoffe, auf diese Art gelungen ist, die Resultate meiner Beobachtungen an die Müller's anzuknüpfen, liegt es mir noch ob, eine damit nicht zu vereinigende Ansicht des Herrn Derbès (a. a. O.

p. 94. sq.) zu beseitigen. Es glaubt dieser Forscher aus seinen Beobachtungen folgern zu müssen, dass die Larve des *E. brevispinos.* bald, nachdem sie eine gewisse Form und Grösse (s. Fig. 18.) erreicht, sich zu einer Art rückschreitenden Metamorphose anschicke, in deren Folge die Arme sammt dem Anhange eingehen, und der ganze Körper an Umfang immerfort verlierend, zuletzt kugelförmig gestaltet erscheine: womit, nach der Meinung jenes Gelehrten, schon der Uebergang in die Gestalt des erwachsenen Seeigels angedeutet werde. Als Belege zur Begründung dieser Ansicht, werden die in den Fig. 20—27. abgebildeten Larvenformen angeführt. Dass aber eine derartige Rückbildung nicht statthabe, ergiebt sich zur Genüge, aus der von mir ermittelten Reihenfolge der Schlussphasen, und eben so wenig lässt sich ihre Annahme mit den Beobachtungen und Ergebnissen Müller's in Uebereinstimmung bringen. Die zur Unterstützung jener Ansicht angeführten Facta müssen also eine andere Deutung zulassen.

Ich habe schon oben (p. 5.) die Vermuthung geäussert, dass die Erzeugung einer Menge von Missbildungen nach jedem einzelnen Befruchtungsversuche, auf Rechnung der ungünstigen Verhältnisse, unter welchen die Entwicklung der Larven vor sich geht, zu setzen sey. Die meisten dieser Monstrositäten, lassen sich auf sogenannte Hemmungsbildungen zurückführen. Je nach der Periode in welcher der Entwicklungsgang diese Art Störung erleidet, fällt auch die jedesmalige Form der Missbildung verschieden aus. Betrifft die Hemmungsbildung vorragende Theile, wie z. B. entweder den Anhang und die Arme allein, oder beiderlei Organe zugleich, so fällt die dadurch herbeigeführte Verunstaltung der Individuen, natürlich leicht in die Augen. Es erscheinen diese Theile dann in einer rudimentären, auf eine frühere Durchgangsstufe hinweisenden Form, oder sie fehlen ganz, während der Rest des Leibes und die innern Organe nicht von der Norm abweichen, indem sie die Form und Grösse erlangt haben, die ihnen nach dem jeweiligen Zeitpunkt der Entwicklung zukommt. Auch das Kalkgestell kann sich weiter ausgebildet haben, und merkwürdigerweise oft in einem höhern Grade, als zu derselben Zeit, bei normal entwickelten Individuen.

Wirft man nun einen Blick auf die von Derbès abgebildeten Larvenformen, Fig. 20 u. 21., so wird es nicht schwer, in ihnen die eben besprochenen Missbildungen zu erkennen. Grade diese, irrthümlicherweise für

Repräsentanten normaler Entwicklungsstufen angesehenen Monstra, mögen bei Herrn Derbès wohl zuerst den Gedanken an jene Art regressiver Metamorphose erweckt haben, welchen er durch eben so wenig haltbare Beweise weiter auszuführen gesucht hat. Als Belege nämlich für die im Verlauf der Entwicklung immer stärker sich aussprechende Rückbildung, sollen die in den Fig. 23 — 27. dargestellten Formen gelten. Dass aber auch diese Formen nichts anderes als Missbildungen sind, die theils auf frühzeitig gehemmter Entwicklung, theils auf anderweitigen, während der Anfangsperioden eingetretenen Störungen im Entwicklungsprocesse beruhen, kann ich um so zuversichtlicher behaupten, als mir selbst ähnliche Formen, über deren Bedeutung ich nicht lange im Zweifel bleiben konnte, häufig genug aufgestossen sind. [25])

Beim Rückblick auf die speciellen Angaben, ergeben sich folgende allgemeine Betrachtungen und Hauptresultate.

Der Theilungsprocess des Dotters hat die Erzeugung jener Zellen zum Endresultat, aus denen anfänglich der Leib des Embryo sich aufbaut. Diese heutzutage von den bewährtesten Forschern vertretene Ansicht, findet auch ihre volle Bestätigung in den Erscheinungen, die man am Dotter des Seeigeleis, während seiner Umwandlung in die Larve wahrnimmt. In der That sieht man die Furchungskugeln so unmerklich in die Zellen der entstehenden Larve übergehen, dass man zu einer gewissen Zeit nicht mehr zu bestimmen vermag, ob man noch den Dotter, ob schon den Embryo vor sich hat. Für diesen allmähligen Uebergang sprechen auch die Contenta der Zellen, indem die zahlreichen Moleküle innerhalb der letztern, nichts weiter als Dotterkörner sind, aus denen früher auch der Inhalt der Furchungskugeln

---

25) Die eben angeführten Monstra, namentlich die der erstern Art, halten sich meistens am Boden der Gefässe auf. Der Grund davon ist leicht einzusehen. Die Wimpergarnitur der Arme ist, wie schon oben angezeigt, gewiss vorzugsweise bei der Ortsbewegung betheiligt. Sind nun die Arme in der Entwickelung zurückgeblieben oder fehlen sie gar, so ist den also missbildeten Larven die Fähigkeit genommen, sich vom Boden der Gefässe zur Oberfläche des Wassers zu erheben, oder in beliebigen Höhen sich darin schwebend zu erhalten.

bestand. Eben so weist auch der Zellenkern, auf den bläschenartigen Nucleus in den Furchungskugeln zurück.

Die sämmtlichen also entstandenen Zellen des Larvenembryo, sind zur Bildung einer, einen Hohlraum umschliessenden Hülle zusammengetreten, welche die Hautdecke darstellt, während der Hohlraum der künftigen Leibeshöhle entspricht. So einfach gebildet kommt die junge Larve, nachdem sich ihre Oberfläche, zum Behuf der Ortsbewegung, noch mit Cilien bekleidet hat, zur Welt. Da ihr die Ernährungsorgane noch ganz abgehen, so scheint es, als könne ihr Wachsthum und ihre fernere Entwicklung anfangs nicht anders zu Stande kommen, als indem sie sich auf Kosten ihres Zelleninhalts (der Dotterkörner) ernährt. Mit dieser Ansicht lässt sich auch die bis zu einem gewissen Termin hin, immerfort zunehmende Transparenz der Haut in Einklang bringen, indem diese Erscheinung lediglich auf einer fortwährenden Verminderung der in den Hautzellen enthaltenen Dotterkörner beruht. Später, wenn sich die Verdauungsorgane völlig entwickelt haben, wird das Bedürfniss Nahrung von Aussen aufzunehmen, zur nothwendigen Bedingung der Weiterentwicklung. Dann trifft man in den Hautzellen, die übrigens bis in die spätesten Perioden hinein, mit einem Kern versehen bleiben, statt der verschwundenen Dotterkörner, eine helle, homogene, anscheinend flüssige Substanz an.

Die neugeborene Larve reift durch eine Reihe von Durchgangsformen, zu immer vollendeterer Gestalt heran. Ihr anfangs sphärischer Leib wird zunächst elliptisch, dann, indem sich der eine Pol abstumpft und breiter wird, eiförmig, später, durch eine grubenförmige Vertiefung im Centrum des stumpfen Pols, einem Apfel einigermaassen ähnlich. Bald darauf geschieht die Umwandlung in einen mit drei Flächen und vier Ecken versehenen Körper, womit schon der bilateral-symmetrische Plan hervortritt, dem alle spätern Umwandlungen treu bleiben. Indem nun der so geformte Leib an Umfang zunimmt, wächst die vordere Ecke desselben allmählig zu dem Anhange heran, während aus den beiden hintern Ecken die hintern Arme entstehen und die untere Ecke zum untern Leibesende wird. Bald darauf wird der Körper, indem er sich vorherrschend in die Länge entwickelt, keilförmig. Es wachsen mittlerweile, auf dem obern Rande des Anhanges, auch die vordern Arme heran, und es wandelt sich der Leib,

successive durch die Spindel- und Birnform hindurchgehend, zuletzt in einen sphärisch gewölbten Körper um.

Das Kalkgerüste, dessen erste Spuren schon frühzeitig auftreten, und das als feste Unterlage, dem Leibe die jedesmalige Form sichert, wird begreiflicherweise eine den erwähnten Gestaltveränderungen ganz entsprechende Reihenfolge von Entwickelungserscheinungen darbieten müssen. Es genüge hier, an die mit der Verlängerung des Leibes parallel fortschreitende Verlängerung der keulenförmigen Zinken, an die, während der letzten Stadien, nach den Conturen des Leibes sich richtende Krümmung ihrer kolbenförmigen Enden, endlich an die Verlängerung und Krümmung der bogenförmigen Zinken zu erinnern, welche genau der Grösse, der Gestalt und Stellung, die dem Leibesanhange zu bestimmten Zeiten zukommen, entsprechen.

Der Nahrungsschlauch hat ursprünglich die Form eines einfachen, durch eine einzige Oeffnung nach Aussen führenden Kanals. Die Oeffnung hat sich, zufolge der oben (p. 18.) erörterten Entstehungsweise des Kanals, als After ausgewiesen. Später gehen aus dem einfachen Kanale, durch Gliederung oder Einschnürung, die Rudimente des Schlundes, Magens und Darms hervor, und erst nach ihnen erscheint der Mund, indem das dem After entgegengesetzte, bisher geschlossen gewesene Ende des Nahrungsschlauches oder vielmehr des Schlundes, nach Aussen durchbricht. Der After bleibt noch eine Zeitlang, wie es seit seinem Erscheinen der Fall war, starr offen, während der Mund sich vergrössert und die drei Abtheilungen des Verdauungsschlauches, sich immer mehr ausbilden und mit Cilien bekleiden. Endlich, wenn der Nahrungskanal eine gewisse Stufe der Entwicklung erreicht, erwacht der Trieb nach Nahrung; es beginnen die Schlingbewegungen, und es wird der After befähigt sich nach Erforderniss zu öffnen und zu schliessen. Die Schlingbewegungen gehen anfangs noch träge und schwach von Statten, und werden erst während der letzten Entwicklungsperioden häufiger und energischer. — Was noch insbesondere den Mund betrifft, so ist es begreiflich, dass seine Ausbildung mit der des Leibesanhangs gleichen Schritt halten müsse. So sehen wir denn auch den Mund, je breiter und höher der Anhang wird und je steiler er sich erhebt, sich erweitern und eine immer vertikalere Stellung annehmen.

Fasse ich noch zum endlichen Abschluss, die über die Schnelligkeit der Ortsbewegung gewonnenen Data zusammen, so ergiebt sich Folgen-

des. Die Raschheit der Bewegungen nimmt während der ersten Zeit nach der Geburt in steigendem Grade zu. Unmittelbar nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei, gleitet die Larve nur langsam fort. Die Bewegung wird immer lebhafter und erreicht ihren Culminationspunkt zur Zeit, wo die Larve die Gestalt eines mit drei Flächen versehenen Körpers angenommen hat. Streckt sich nun der Leib, beim Uebergange in die Keilform, vorherrschend in die Länge, so verlangsamt sich die Bewegung schon merklich, und hält von nun an bis in die spätesten Perioden hinein, ein mehr gleichmässiges Tempo ein. —

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Larve auf dem Stadium der Eiform. (s. p. 16.) 222mal vergrössert
a, stumpfer Pol. — *b,* spitzer Pol. — *c, c,* Hautdecke. — *d,* Central- oder Leibeshöhle. — *e,* Haufen der kernartigen Gebilde, aus denen sich später das Fadengewebe hervorbildet.

Fig. 2 Larve auf dem Uebergangsstadium von der Apfelform zur Gestalt eines mit drei Flächen versehenen Körpers (s. p. 18.) 222mal vergrössert.
a, hintere Fläche (früherer stumpfer Pol); der After ist bei dieser Stellung nicht sichtbar. — *b,* vordere Ecke (früherer spitzer Pol.) — *c, c,* Hautdecke. — *d, d,* Central- oder Leibeshöhle. — *e,* Rudiment des Nahrungskanals.

Fig. 3. Ausgeführte Idealskizze einer Larve, die schon entschieden in einen mit drei Flächen versehenen Körper sich umgebildet. (s. p. 19.)
a, vordere Fläche. — *b,* hintere Fläche. — *c,* obere Fläche. — *d,* vordere Ecke. — *e, e,* die beiden hintern Ecken. — *f,* untere Ecke. — *g,* After.

Fig. 4. Profilschema der nämlichen Entwicklungsphase. Letztere ist als Schattenriss dargestellt, in welchen, um den allmähligen Uebergang zu veranschaulichen, die frühere apfelförmige Gestalt eingezeichnet ist.
a, b, c, d, e, f, g, wie in Fig. 3. — *h,* Rudiment des Nahrungsschlauchs bei der frühern Form. — *k,* Rudiment desselben bei der spätern Form.

Fig. 5. Larve eines spätern Stadiums (s. p. 19.) auf der vordern Fläche ruhend. 222mal vergrössert.
a, hintere Fläche. — *b,* obere Fläche. — *c,* After. — *g, g,* Rudimente der keulenförmigen Zinken. — *l, l,* Rudimente der Querzinken. — *k, k,* Rudimente der bogenförmigen Zinken.

Fig. 6. Larve in derselben Stellung wie Fig. 5. (s. p. 20.) 222mal vergrössert.
a, b, c, g, g, k, k, l, l, wie in Fig. 5. — *d, d,* Rudimente der hintern Arme. *h, h,* erste Spuren der Zinken dieser Arme.

Fig. 7. Larve in der nämlichen Stellung wie Fig. 6. (s. p. 20.) 222mal vergrössert.
a, hintere Fläche. — *b,* Leibesanhang. — *c,* After. — *d, d,* hintere Arme. — *e,* durchschimmernder Nahrungskanal.

Fig. 8 Larve gleichfalls auf der Vorderfläche ruhend. (s. p. 21.)
Die Bezeichnung wie in Fig. 7.

Fig. 9. Larve auf dem nämlichen Stadium wie Fig. 8. Profilansicht. 95mal vergrössert. *a*, Leibesanhang. — *d*, *d*, hintere Arme. — *h*, *g*, *k*, Zinken des Kalkgestells (vergl. Fig. 6.) — *m*, Nahrungskanal.

Fig. 10. Larve mit der hintern Fläche dem Beobachter zugewendet. Keilform. (s. p. 22.) 95mal vergrössert. (?)
b, Leibesanhang. — *c*, After. — *d*, *d*, hintere Arme. — *e*, *e*, Anlagen der vordern Arme. — *f*, Mund. — Die Zinken des Kalkgestelles mit der frühern Bezeichnung.

Fig. 11. Profilansicht eines auf dem nämlichen Stadium wie Fig. 10. stehenden Individuums. Die Bezeichnung wie früher.

Fig. 12. Larve auf dem Stadium der Spindelform, im Profil. (s. p. 22.) 222mal vergrössert. *a*, stielförmig verschmächtigte untere Leibesportion. — *b*, *d*, *d*, *e*, *e*, wie in Fig. 10. — *n*, Schlund. — *o*, Magen. — *p*, Darm. — *q*, After.

Fig. 13. Profilansicht der Larve einer kurz darauffolgenden Phase. (s. p. 22.) 95mal vergrössert.
a, *b*, *d*, *d*, *e*, *n*, *o*, *p*, *q*, wie in Fig. 12. — Bezeichnung der Zinken wie früher.

Fig. 14. Larve auf dem Stadium der Birnform (s. p. 9.) Die hintere Fläche dem Beobachter zugekehrt. 60mal vergrössert.
b, *d*, *d*, *e*, *e*, *q*, wie in Fig. 13. — *f*, Mund. — *s*, *s*, *s*, *s*, Ciliengarnitur.

Fig. 15. Larve eines spätern Stadiums (s. p. 24.) über 100mal vergrössert. *b*, *d*, *d*, *e*, *e*, *f*, wie in Fig. 14.

Fig. 16. Das nämliche Stadium; die Larve im Profil, über 100mal vergrössert.
Bezeichnung wie in Fig. 15. — *n*, Schlund. — *o*, Magen. — *p*, Darm. — *q*, After.

Fig. 17. Larve eines noch vorgerückteren Stadiums (s. p. 24.), die Vorderfläche dem Beobachter zugekehrt. 80mal vergrössert.
Bezeichnung wie in den kurz vorhergehenden Figuren.

Fig. 18. Larve auf dem nämlichen Stadium wie Fig. 17. und in der nämlichen Stellung. Sie ist von schlankerer Gestalt. 95mal vergrössert.
Bezeichnung wie früher. — *r*, *r*, die beiden Ligamente des Schlundes. (s. p. 13.)

Fig. 19. Larve der letzten Entwickelungsphase. (s. p. 24.) Profilansicht; über 100malige Vergrösserung.
Bezeichnung wie früher.

Fig. 20. Profilansicht des obern Theils einer in der Entwicklung schon ziemlich weit vorgerückten Larve, um die Stellung des Mundes zu veranschaulichen. 222mal vergrössert.
b, Leibesanhang. — *d*, rechter hinterer Arm. — *e*, rechter vorderer Arm. — *f*, Mund. — *g*, rechte Hälfte des lippenartigen Mundwulstes.

Fig. 21. Kalkgestell einer ziemlich weit entwickelten Larve, isolirt dargestellt. 222malige Vergrösserung.
g, *g*, keulenförmige Zinken. — *h*, *h*, Zinken der hintern Arme. — *k*, *k*, bogenförmige Zinken. — *l*, *l*, Querzinken.

Fig. 22. Untere Portion der keulenförmigen Zinken. 222mal vergrössert.
g, g, Stämme dieser Zinken. — *m, m*, die verlängerten und gekrümmten Kolben derselben. — *n, n, n, n*, kürzere Dornen. — *o*, sehr langer Dorn.

Fig. 23. Anfangsstücke der beiden bogenförmigen Zinken eines Individuums. 420mal vergrössert. — *k, k*, Stämme der Zinken. — *n, n, n, n*, Dornen.

Fig. 24. Anfangsstück der rechten bogenförmigen Zinke eines 2ten Individuums. 222mal vergrössert.
k, Stamm der Zinke. — *n*, sehr verlängerter, an der vordern Leibesfläche herabsteigender und an seinem Ende zerästelter Dorn.

Fig. 25. Rechte bogenförmige Zinke eines 3ten Individuums. 222mal vergrössert.
k, n, n, wie in Fig. 23. — *h*, Anfangsstück der Zinke des rechten hintern Arms. — *g*, idem der rechten keulenförmigen Zinke.

Fig. 26. Linke bogenförmige Zinke eines 4ten Individuums. 222mal vergrössert.
k, wie früher. — *n*, Dorn, hier in Form eines durchlöcherten Stabes erscheinend.

Fig. 27. Rechte bogenförmige Zinke eines 5ten Individuums.
k, wie früher. — *m*, Masche, entstanden aus der Verschmelzung zweier kurzen Dornen.

Fig. 28. Theil des Kalkgerüstes einer nicht ganz normal entwickelten Larve. 222mal vergrössert.
g, linke keulenförmige Zinke im Gegensatz zu der bogenförmigen, noch fast gar nicht weiter ausgebildet. — *h*, Anfangsstück der Zinke des linken hintern Arms. — *k*, idem der linken bogenförmigen Zinke. — *n*, der sehr lange Dorn derselben. (vergl. Fig. 24. *n.*) — *m*, anastomotischer Verbindungsast zwischen der keulen- und bogenförmigen Zinke.

Druckfehler.

p. 11. Zeile 7. v. oben statt Ränder lies Rändern.
« 14. « 10. « « « hönnen lies können.
« 24. « 2. v. unten » Vorbedeutuug lies Vorbedeutung.







Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 21.
Fig. 19.
Fig. 24.
Fig. 26.
Fig. 28.
Fig. 25.
Fig. 22.
Fig. 20.







